



Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія.
Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Seria Biologiâ, ekologîâ
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology.

Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol. 2016. 24(2), 364–370.

doi:10.15421/011648

ISSN 2310-0842 print

ISSN 2312-301X online

www.ecology.dp.ua

УДК 581.5.9(477)

Синтаксономія рослинності Калуського полігону токсичних відходів гексахлорбензолу (Івано-Франківська область)

В.І. Парпан, Н.В. Шумська, М.Я. Рудейчук-Кобзева, М.М. Миленка

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна

Досліджено рослинність полігону захоронення токсичних відходів гексахлорбензолу, площею 4,5 га, розташованого поблизу м. Калуш Івано-Франківської області. Внаслідок порушення цілісності контейнерів на полігоні та прилеглих територіях спостерігалася значне забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водоносних горизонтів небезпечними відходами. Протягом 2010–2012 років здійснено заходи з вилучення та вивезення з полігону суміші токсичних відходів гексахлорбензолу та забрудненого ґрунту. Натомість на полігон завезено ґрунт і виконано роботи з рекультивациі території. Нині на полігоні спостерігаються природні сукцесійні процеси рослинного покриву. У західній його частині сформовано зімкнений травостій; у центральній та східній частинах загальне проективне покриття трав'яного ярусу здебільшого коливається у межах 10–60%. У складі рослинності полігону виділено 8 синтаксонів рангу асоціацій, які належать до 7 союзів, 6 порядків і 5 класів. На ділянках із надмірним зволоженням поширені угруповання класів *Phragmito-Magnocaricetea* і *Bolboschoenetea maritimi* (ас. *Typhetum laxmanii*). У центральній та східній частинах полігону порівняно великі площі займають галофільні угруповання асоціації *Puccinellio distantii-Tripolietum vulgare* з класу *Asteretea tripolium*. Клас *Artemisietea vulgaris*, що об'єднує рудеральні угруповання, у межах полігону представлений трьома асоціаціями. Угруповання поширені переважно по периферії полігону. Ділянки з помірним режимом зволоження ґрунту здебільшого зайняті рудеральними угрупованнями асоціації *Calamagrostietum epigeios* з класу *Agropyreteae repensis*. Видове різноманіття рослинного покриву становить 119 видів судинних трав'яних рослин, серед яких переважають пратанти, синантропанти та палюданти. Диференціація рослинного покриву зумовлена неоднорідністю едафічних та гідрологічних умов, а також різною активністю сукцесійних процесів.

Ключові слова: синтаксономія рослинності; полігон захоронення токсичних відходів; гексахлорбензол

Syntaxonomy of vegetation of Kalush hexachlorobenzene toxic waste landfill (Ivano-Frankivsk region)

V.I. Parpan, N.V. Shumska, M.J. Rudeichuk-Kobzeva, M.M. Mylenka

Vasyl Stefanyk PreCarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The vegetation of a landfill of hexachlorobenzene toxic waste was studied. It is situated in the neighborhood of Kalush (Ivano-Frankivsk region) and has an area of 4.5 ha. As a result of damage to the containers, hazardous waste has contaminated the air, soil and aquifers at the test site and adjacent areas. During the period 2010–2012 measures were taken to recover and remove the mixture of toxic waste and contaminated soil from the landfill. In its place, unpolluted soil was brought to the landfill. Work was carried out to recultivate the territory. Nowadays natural succession of vegetation cover is observed. There is closed herbaceous cover in the western part of the landfill. The total projective herbaceous cover in the central and eastern parts varies from 10% to 60%. Vegetation composition of the landfill contains eight syntaxa of association rank that belong to seven alliances, six orders and five classes. Communities of the *Phragmito-Magnocaricetea* and *Bolboschoenetea maritimi* classes (ass. *Typhetum laxmanii*) grow in areas with excessive humidification. The central and eastern parts of the waste landfill are primarily occupied by halophytic communities of the *Puccinellio distantii-Tripolietum vulgare* association of the *Asteretea tripolium* class. Ruderal communities belong to three associations of the *Artemisietea vulgaris* class. These communities mainly occur in the periphery zone of Kalush landfill. Areas with a moderate moisture regime are occupied by ruderal communities of the *Calamagrostietum*

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Галицька, 201, Івано-Франківськ, 76008, Україна
Vasyl Stefanyk PreCarpathian National University, Halatska Str., 201, Ivano-Frankivsk, 76008, Ukraine

Tel.: +38-097-56-24-823, +38-099-73-20-855. E-mail: shumskabotan@gmail.com, girisli@ukr.net, marjanark@ukr.net, mulenka.m@gmail.com

epigeios association of the *Agropyreteea repentis* class. The total number of vascular herbaceous plant species at the landfill is 119. The dominating groups are meadow, synanthropic and wetland species. The differentiation of vegetation cover is caused by heterogeneity of edaphic and hydrological conditions, also by different activity of succession processes.

Keywords: syntaxonomy of vegetation; landfill of toxic waste; hexachlorobenzene

Вступ

На хімічному концерні «Хлорвініл» (тепер ТОВ «Оріана-Галев») у м. Калуш Івано-Франківської області протягом 1970–2000 рр. здійснювалося промислове хімічне виробництво хлорорганічних сполук, яке базувалося на прямому хлоруванні вуглеводневої сировини, головним чином метану. Воно супроводжувалося утворенням токсичних хлорорганічних відходів, 90% яких припадало на гексахлорбензол (ГХБ). Це стійка органічна сполука, що нині віднесена до першого класу токсичності та класифікується як канцероген. Для ГХБ притаманний високий біоаккумулятивний потенціал і тривалий період розпаду у трофічних ланцюгах. Проте ще в 1990-х роках ГХБ використовували як фунгіцид для злакових культур, а також у піротехніці (Yamborko et al., 2013).

Потрапляючи у природні біотопи, ГХБ спричинює глибокі порушення структурно-функціональної організації біосистем на різних рівнях їх ієрархії. Це зумовлено високою стійкістю ГХБ до розкладання; доброю міграційною здатністю, зокрема, по трофічних ланцюгах; вираженими біоаккумулятивними властивостями. ГХБ відзначається канцерогенною, тератогенною, мутагенною, імунотоксичною дією на живі організми. Токсикант – об'єкт транскордонного перенесення через усі компоненти довкілля; може осаджуватися на великих відстанях від джерела безпосереднього потраплення в екосистему; максимально накопичується на кінцевих ланках трофічних ланцюгів; може завдавати шкоди живим організмам у вкрай малих концентраціях. Відповідно до Стокгольмської конвенції 2001 року, ГХБ належить до групи стійких органічних забруднювачів із вираженими токсичними властивостями, використання яких, потраплення у довкілля, поширення та концентрування підлягають суворому контролю та регламентації (Hexachlorobenzene, 1994; Canonero et al., 1997; Eurochlor, 2005; Technical Scoping Mission, 2010; Report on Carcinogens, 2014).

Згідно із затвердженим регламентом виробництва, тверді відходи ГХБ захоронювали у закритих контейнерах на спеціально обладнаному полігоні захоронення токсичних відходів гексахлорбензолу, який уведено в дію у 1973 році. Розміщення токсичних відходів здійснювали до 2000 року. Згідно з паспортом полігону, його експлуатація розрахована на 405 років, але з часом відбулося порушення цілісності контейнерів, що спричинило забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водоносних горизонтів.

Ділянка полігону площею 4,5 га розташована на низькопродуктивних землях за 6 км на північний захід від м. Калуш. Рельєф полігону рівнинний, знижений, з несуттєвим нахилом до р. Сапогів, що протікає на відстані 50 м від нього та належить до басейну р. Дністер. Ділянка розташована в межах Калусько-Голинського родовища калійних солей. Гідрологічний режим ґрунту полігону коливається від помірного до надмірного, місцями наявні мілкі водойми діаметром до

кількох метрів. Із півночі, заходу та сходу ділянку оточує ліс, із південного боку проходить шосейна дорога.

Інститут охорони громадського здоров'я та навколишнього середовища Голландії у 2010 році проаналізував зразки ґрунту з полігону на наявність ГХБ. Концентрації ГХБ у ґрунті дорівнювали 0,1 мг/л і більше; в окремих пробах концентрація ГХБ сягала 3,5 мг/л. Таким чином, концентрація забруднення перевищувала допустимі норми у 100–3 500 разів (Technical Scoping Mission, 2010).

Співробітники Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України та Укрметрестстандарту у зразках ґрунту з полігону виявили хлорпохідні продукти початкових етапів окиснення та деградації ГХБ, фталати та їх похідні, поліциклічні ароматичні вуглеводні та продукти їх неповного окислення, хрізен, хлордиметиформ тощо (25 токсичних хімічних сполук). Установлено також зменшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів на полігоні у 15–1 000 разів порівняно із ґрунтом за його межами (Yamborko et al., 2013).

Протягом 2010–2012 років здійснено заходи з вилучення та вивезення з полігону суміші токсичних відходів гексахлорбензолу та забрудненого ґрунту. Натомість на полігон завезено ґрунт і виконано роботи з рекультивації території. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва розробив проект щодо створення фітомеліоративних насаджень із 17 деревно-чагарникових видів рослин і розпочав реалізацію цього проекту.

Нині на полігоні спостерігаються природні сукцесійні процеси рослинного покриву. У західній його частині сформовано зімкнений травостій; у центральній та східній частинах загальне проективне покриття трав'яного ярусу здебільшого коливається в межах 10–60%.

Мета цієї статті – оцінити диференціацію та динаміку рослинності на полігоні.

Матеріал і методи досліджень

Згідно з фізико-географічним районуванням України (National Atlas of Ukraine, 2008) полігон розташований у Передкарпатській височинній області гірської країни Українські Карпати. Згідно із районуванням Передкарпаття (Herenchuk, 1973) він розташований у межах Калуської улоговини.

За геоботанічним районуванням України (Barbarych, 1977) досліджувана територія припадає на Івано-Франківсько-Коломийський район Самбірсько-Івано-Франківського округу Східнокарпатської гірської підпровінції Європейської широколистянолісової області.

Згідно з геоботанічним районуванням України, поданим у Національному атласі України (2008), через околиці м. Калуш проходить межа між Верховинсько-Бескидським округом звичайнодубових, букових, модринових та ялинових лісів та післялісових луків Східнокарпатської підпровінції листяних і хвойних лісів та високогірної рослинності Альпійсько-Карпатської

гірської провінції лісів та високогірної рослинності та Опільсько-Кременецького округу букових, грабово-дубових лісів, справжніх та остепнених луків і лучних степів Південнополісько-Західнополіської підпровінції широколистяних лісів, луків, лучних степів та евтрофних боліт Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів Європейської широколистянолісової області.

Рослинний покрив полігону вивчали протягом 2014–2016 років із застосуванням методу стаціонарних і напівстаціонарних пробних ділянок. Виділили 22 ділянки площею 20 x 20 м² із різним проективним покриттям рослинності та відмінними умовами зволоження ґрунту.

Геоботанічні описи проводили на пробних ділянках протягом вегетаційного періоду тричі (Yunatov, 1964); класифікацію рослинності здійснювали за еколого-

флористичним принципом, із використанням прикладної комп'ютерної програми Ficen – 2 (Kosman et al., 1991; Sirenko, 1996). Діагностичні види та назви синтаксонів приймали згідно з монографією В.А. Соломахи (Solomakha, 2008). Назви видів рослин подавали за зведенням С.Л. Мосякіна й М.М. Федорончука (Mosyakin and Fedoronchuk, 1999).

Результати та їх обговорення

У складі рослинності полігону виділено 8 синтаксонів рангу асоціацій, які належать до 7 союзів, 6 порядків та 5 класів. Синтаксономічна схема рослинності полігону токсичних відходів гексахлорбензолу:

- Cl. *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941
 - Ord. *Phragmitetalia* W. Koch 1926
 - All. *Phragmitum communis* W. Koch 1926
 - Ass. *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939
 - Ass. *Typhetum latifoliae* G. Lang 1973
- Cl. *Bolboschoenetea maritimi* Vicherek et R.Tx. 1969 ex R.Tx. et Hulbusch 1971
 - Ord. *Bolboschoenetalia maritimi* Hejni in Holub et al. 1967
 - All. *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941
 - Ass. *Typhetum laxmannii* (Ubriszi 1961) Nedelcu 1968
- Cl. *Asteretea tripolium* Westhoff et Beetsink 1962 in Beetsink 1962
 - Ord. *Asteretalia santonicae-Limonietalia gmelinii* V.Golub et V. Solomakha 1988
 - All. *Aster tripolii-Puccinellion distantis* V.Golub et V. Solomakha 1988
 - Ass. *Puccinellia distantis-Tripolietum vulgare* Smetana, Derpoluk, Krasova 1997
- Cl. *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et al. ex von Rochow 1951
 - Ord. *Artemisietalia vulgaris* Lohm. in R.Tx. 1947
 - All. *Arction lappae* R.Tx. 1937 em Gutte 1972
 - Ass. *Tussilagietum farfarae* Oberd. 1949
 - Ord. *Meliloto-Artemisietalia absinthii* Elias 1979
 - All. *Dauco-Melilotum albi* Gors em Elias 1980
 - Ass. *Melilotum albi-officinalis* Siss 1950
 - All. *Potentillo-Artemision absinthii* Elias (1979) 1980
 - Ass. *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* Br.-Bl. corr. 1949
- Cl. *Agropyretea repentis* Oberd., Th.Mull. et Gors in Oberd. et al. 1967
 - Ord. *Agropyretalia repentis* Oberd., Th.Mull. et Gors in Oberd. et al. 1967
 - All. *Convolvulo-Agropyron repentis* Gors 1966
 - Ass. *Calamagrostietum epigeios* Kost. in V. Solomakha et al. 1992

Угрупування класу *Phragmito-Magnocaricetea* (табл. 1) поширені на ділянках із надмірним зволоженням.

У межах класу виділено дві асоціації. Асоціація *Phragmitetum communis* об'єднує угруповання, зосереджені у зниженій південній частині полігону, а також на окремих ділянках у західній та центральній його частинах. Угрупування – дво-триярусні, їх загальне проективне покриття становить 95–100%, видове багатство – 26 видів судинних рослин. Верхній ярус заввишки 100–120 см (60–100%) включає *Phragmites australis* (60–100%), *Calamagrostis epigeios* (10–30%). Нижній ярус заввишки 50–60 см, із проективним покриттям 10–30(60)%, сформований *Poa palustris* (10–20%), *Bolboschoenus maritimus* (±30%), *Juncus conglomeratus* (±10%), іншими гігрофільними видами. До складу угруповань входять також пратанти (*Leucanthemum vulgare*, *Lotus arvensis*), синантропанти (*Sonchus arvensis*, *Phalacrolooma annuum*, *Carduus crispus*), галофанти (*Tripolium vulgare*, *Spergularia salina*, *Puccinellia distans*).

Угрупування асоціації *Typhetum latifoliae* має форму смуги у південній частині полігону. У верхньому ярусі заввишки 80–100 см домінує *Typha latifolia* (80%), наявні

також *Phragmites australis* (10%), *Typha angustifolia* (10%), *Calamagrostis epigeios*. У середньому ярусі заввишки 30–50 см поодинокі трапляються *Juncus articulatus*, *Lysimachia vulgaris*, *Alisma plantago-aquatica*, у нижньому ростуть *Puccinellia distans* (10%) і *Spergularia marina* (5%).

Клас *Bolboschoenetea maritimi* представлений асоціацією *Typhetum laxmannii*, угруповання якої фрагментарно поширені у західній та південно-західній частинах полігону – у заболочених місцях і по периферії невеликих водойм (табл. 2). Видове багатство угруповань становить 19 видів. У верхньому ярусі заввишки 80–110 см домінує *Typha laxmannii* (60–95%), присутні також *Typha latifolia*, *Deschampsia caespitosa* (±10%), *Calamagrostis epigeios*. Нижній ярус заввишки 20–60 см об'єднує *Bolboschoenus maritimus* (±10%), *Juncus articulatus* (±10%), *Puccinellia distans* (±10%), *Holcus lanatus*, *Lysimachia vulgaris*, *Persicaria hydropiper*, *Juncus compressus*, *Poa palustris* тощо.

У центральній та східній частинах полігону порівняно великі площі займають галофільні угруповання асоціації *Puccinellia distantis-Tripolietum vulgare* з класу *Asteretea tripolium* (табл. 3).

Таблиця 1

Фітоценотична характеристика класу *Phragmito-Magnocaricetea* на гексахлорбензоловому полігоні

Номер опису	9	7	16	13
Загальна кількість видів	22	19	16	12
Проективне покриття	95	100	100	90
Номер синтаксону	1			2
D.s. ass. <i>Phragmitetum communis</i>				
<i>Phragmites australis</i>	5	4	5	2
D.s. ass. <i>Typhetum latifoliae</i>				
<i>Typha latifolia</i>	–	+	+	5
D.s. Cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>				
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	+	+	+
<i>Typha angustifolia</i>	+	+	1	1
D.s. Cl. <i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i>				
<i>Juncus articulatus</i>	+	–	+	+
D.s. Cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	+	–	–
D.s. Cl. <i>Crypsietea aculeatae</i>				
<i>Spergularia salina</i>	–	–	1	1
D.s. Cl. <i>Bolboschoenetea maritimi</i>				
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	2	–	+	–
D.s. Cl. <i>Asteretea tripolium</i>				
<i>Tripolium vulgare</i>	–	–	+	–
D.s. Cl. <i>Robinietea</i>				
<i>Phalacrolooma annuum</i>	+	+	–	–
D.s. Cl. <i>Bidentetea tripartiti</i>				
<i>Mentha arvensis</i>	+	+	–	–
<i>Persicaria hydropiper</i>	+	–	–	–
<i>Rorippa palustris</i>	+	+	–	–
D.s. Cl. <i>Stellarietea mediae</i>				
<i>Sonchus arvensis</i>	+	+	+	–
D.s. Cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>				
<i>Carduus crispus</i>	+	–	–	–
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	+	–	–
D.s. Cl. <i>Agropyretea repentis</i>				
<i>Calamagrostis epigeios</i>	2	1	2	+
ІНШІ ВИДИ				
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	+	–	–
<i>Juncus compressus</i>	+	–	+	–
<i>J. conglomeratus</i>	+	1	+	–
<i>J. effusus</i>	+	+	–	+
<i>Lotus arvensis</i>	+	+	–	–
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	–	+
<i>Poa palustris</i>	3	2	2	–
<i>P. trivialis</i>	+	+	–	–
<i>Puccinellia distans</i>	–	–	1	2
<i>Rumex crispus</i>	–	–	+	+

Примітки: види, відмічені в одному описі: *Deschampsia caespitosa* (16), *Lysimachia vulgaris* (13); сірим кольором виділено діагностичні види асоціації; прочерк – вид в описі відсутній.

Загальне проективне покриття угруповань здебільшого коливається в межах 30–60%, іноді – 10–20%, зрідка сягає 90–100%. Загальне видове багатство угруповань становить 43 види. Верхній ярус заввишки 60–90 см дуже розріджений, із проективним покриттям 2–10%. До його складу входять *Calamagrostis epigeios* ($\pm 5\%$), *Elytrigia repens* ($\pm 5\%$), *Tanacetum vulgare* ($\pm 10\%$), *Phragmites australis*, *Deschampsia caespitosa*, *Melilotus albus*, *Eupatorium cannabinum* тощо. У середньому ярусі з проективним покриттям 10–60% домінують *Puccinellia distans* (20–50%) і *Tripolium vulgare* (10–50%), присутні також *Poa trivialis*

($\pm 20\%$), *Persicaria hydropiper*, *Atriplex sagittata* тощо. Нижній ярус заввишки до 10 см формують *Spergularia salina* (5–10%), *Chenopodium glaucum*, *Polygonum aviculare* ($\pm 10\%$). У складі угруповань виявлено низку синантропних видів (*Phalacrolooma annuum*, *Echinochloa crusgalli*, *Lepidium ruderalis*, *Conyza canadensis*, *Brassica campestris*, *Setaria glauca*, *Tripleurospermum inodorum*), що, передусім, пов'язано з незімкнутістю травостою.

Таблиця 2

Фітоценотична характеристика класу *Bolboschoenetea maritimi* на гексахлорбензоловому полігоні

Номер опису	4	6	22
Загальна кількість видів	10	13	12
Проективне покриття	85	80	95
Номер синтаксону	3		
D.s. Ass. <i>Typhetum laxmannii</i>			
<i>Typha laxmannii</i>	4	5	5
D.s. Cl. <i>Bolboschoenetea maritimi</i>			
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	1	+	+
D.s. cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>			
<i>Phragmites australis</i>	–	+	+
<i>Typha latifolia</i>	+	+	+
D.s. Cl. <i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i>			
<i>Juncus articulatus</i>	2	–	1
D.s. Cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>			
<i>Daucus carota</i>	–	+	–
D.s. Cl. <i>Crypsietea aculeatae</i>			
<i>Spergularia salina</i>	1	–	–
D.s. Cl. <i>Bidentetea tripartiti</i>			
<i>Persicaria hydropiper</i>	+	+	–
D.s. Cl. <i>Agropyretea repentis</i>			
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	–	+
<i>Elytrigia repens</i>	–	+	–
Інші види			
<i>Holcus lanatus</i>	–	+	+
<i>Juncus compressus</i>	–	+	+
<i>Lotus arvensis</i>	1	2	–
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	–	+
<i>Poa palustris</i>	–	+	+
<i>Puccinellia distans</i>	2	–	1

Примітки: види, відмічені в одному описі: *Deschampsia caespitosa* (6), *Juncus conglomeratus* (22), *Melilotus albus* (6); сірим кольором відмічено діагностичні види асоціації; прочерк – вид в описі відсутній.

Клас *Artemisietea vulgaris*, що об'єднує рудеральні угруповання, у межах полігону представлений трьома асоціаціями (табл. 4).

Угруповання асоціації *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* поширені по периферії полігону, зокрема, обабіч польової дороги в північній та східній частинах. Домінантами верхнього ярусу заввишки 80–100 см є *Tanacetum vulgare* (30–50%), *Artemisia vulgaris* (10–30%), *Calamagrostis epigeios* ($\pm 30\%$), *Eupatorium cannabinum* (5–20%). Проективне покриття другого ярусу становить 5–15%. До його складу входять *Elytrigia repens* (5–10%), *Daucus carota* ($\pm 5\%$), *Lactuca serriola*, *Cirsium vulgare*, *Chenopodium album* тощо.

Угруповання асоціації *Tussilagietum farfarae* відмічене на насипах ґрунту у західній периферійній частині полігону. В угрупованні домінує *Tussilago farfara* (20–60%); високі значення проективного покриття характерні також для *Daucus carota* (10–30%), *Cirsium vulgare* ($\pm 30\%$), *Puccinellia distans* (5–20%).

Таблиця 3

**Фітоценотична характеристика класу
Asteretea tripolium на гексахлорбензолівому полігоні**

Номер опису	14	15	18	19	8
Загальна кількість видів	10	9	16	18	22
Проективне покриття	45	30	30	95	50
Номер синтаксону	4				
D.s. Ass. <i>Puccinellio distanti-Tripolietum vulgare</i>					
<i>Tripolium vulgare</i>	3	2	2	3	2
<i>Puccinellia distans</i>	3	3	2	4	3
D.s. cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>					
<i>Phragmites australis</i>	–	–	+	–	–
D.s. Cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Achillea submillefolium</i>	–	–	–	+	–
<i>Dactylis glomerata</i>	–	–	–	–	+
<i>Daucus carota</i>	–	–	+	–	+
D.s. Cl. <i>Crypsietea aculeatae</i>					
<i>Chenopodium glaucum</i>	–	+	–	–	+
<i>Spergularia salina</i>	2	2	1	–	1
D.s. Cl. <i>Robinietea</i>					
<i>Phalacrologium annuum</i>	–	–	–	–	+
<i>Urtica dioica</i>	–	–	–	+	–
D.s. Cl. <i>Orizetea sativae</i>					
<i>Echinochloa crusgalli</i>	–	–	+	2	–
D.s. Cl. <i>Bidentetea tripartiti</i>					
<i>Bidens tripartita</i>	–	–	–	+	–
<i>Persicaria hydropiper</i>	–	–	+	2	–
<i>Rorippa palustris</i>	–	–	–	2	–
<i>Rumex maritimus</i>	–	–	–	+	–
D.s. Cl. <i>Polygono arenastri-Poëtea annua</i>					
<i>Lepidium ruderae</i>	–	–	–	–	+
<i>Lolium perenne</i>	+	–	–	–	–
<i>Polygonum aviculare</i>	+	–	+	–	–
D.s. Cl. <i>Stellarietea mediae</i>					
<i>Chenopodium album</i>	–	–	–	+	–
<i>Conyza canadensis</i>	–	–	–	–	1
<i>Persicaria maculosa</i>	–	–	–	2	–
D.s. Cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>					
<i>Artemisia vulgaris</i>	–	–	–	+	–
<i>Atriplex sagittata</i>	+	–	–	–	–
<i>Melilotus officinalis</i>	+	+	–	–	–
<i>Tanacetum vulgare</i>	–	–	+	–	2
D.s. Cl. <i>Agropyretea repentis</i>					
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	1	+	–	1
<i>Elytrigia repens</i>	–	–	+	+	1
Інші види					
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	+	–	–	+
<i>Lotus arvensis</i>	–	–	–	–	2
<i>Melilotus albus</i>	+	+	–	–	+
<i>Poa trivialis</i>	–	–	1	2	2
<i>Trifolium repens</i>	–	–	–	–	2
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	–	–	+	+	–

Примітки: види, відмічені в одному описі: *Agrostis canina* (19), *A. stolonifera* (15), *Alopecurus geniculatus* (19), *Betula pendula* (8), *Brassica campestris* (18), *Chenopodium chenopodioides* (19), *Ch. polyspermum* (18), *Deshampsia caespitosa* (8), *Heracleum sibiricum* (8), *Holcus lanatus* (8), *Poa palustris* (8), *Setaria glauca* (18); сірим кольором відмічені діагностичні види асоціації; прочерк – вид в описі відсутній.

Асоціація *Melilotum albi-officinalis* представлена фрагментарними угрупованнями у західній та центральній частинах полігону. Верхній ярус заввишки 80–100 см має проективне покриття до 90%. Його домінантами є *Melilotus albus* (50–60%) і *M. officinalis* (30%). Наявні також

Phragmites australis (10%), *Calamagrostis epigeios*, *Tanacetum vulgare*, *Artemisia vulgaris*, *Cichorium intybus* тощо. У середньому ярусі з проективним покриттям 10% ростуть *Cirsium arvense*, *Poa palustris*, *P. trivialis*, *Daucus carota*. Нижній ярус, що теж має проективне покриття до 10%, включає *Lotus arvensis*, *Trifolium repens*, *Tussilago farfara*.

Таблиця 4

Фітоценотична характеристика класу *Artemisietea vulgaris* на гексахлорбензолівому полігоні

Номер опису	11	21	1	12
Загальна кількість видів	10	21	19	18
Проективне покриття	95	90	70	100
Номер синтаксону	5		6	7
D.s. Ass. <i>Tanaceto-Artemisietum vulgaris</i>				
<i>Tanacetum vulgare</i>	3	3	+	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	2	–	+
<i>Cichorium intybus</i>	+	–	–	+
<i>Daucus carota</i>	1	1	2	–
<i>Lactuca serriola</i>	+	+	+	–
D.s. Ass. <i>Tussilagietum farfarae</i>				
<i>Tussilago farfara</i>	–	–	3	+
D.s. Ass. <i>Melilotum albi-officinalis</i>				
<i>Melilotus albus</i>	–	–	–	4
<i>M. officinalis</i>	–	–	+	3
<i>Achillea submillefolium</i>	–	+	–	1
D.s. Cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>				
<i>Artemisia absinthium</i>	–	–	+	–
<i>Carduus crispus</i>	+	+	–	–
D.s. Cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>				
<i>Phragmites australis</i>	–	–	–	2
D.s. Cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
<i>Daucus carota</i>	–	–	–	+
<i>Festuca pratensis</i>	–	+	–	–
<i>Trifolium pratense</i>	–	+	–	–
<i>Vicia cracca</i>	–	–	–	+
D.s. Cl. <i>Bidentetea tripartiti</i>				
<i>Mentha arvensis</i>	–	+	–	–
D.s. Cl. <i>Polygono arenastri-Poëtea annua</i>				
<i>Lepidium ruderae</i>	–	+	–	–
<i>Plantago major</i>	–	–	+	–
<i>Polygonum aviculare</i>	–	–	+	–
D.s. Cl. <i>Stellarietea mediae</i>				
<i>Chenopodium album</i>	–	+	+	–
<i>Conyza canadensis</i>	–	–	+	–
<i>Sonchus arvensis</i>	–	–	+	–
D.s. Cl. <i>Agropyretea repentis</i>				
<i>Calamagrostis epigeios</i>	2	2	–	+
<i>Elytrigia repens</i>	1	2	+	+
Інші види				
<i>Cirsium vulgare</i>	–	1	1	–
<i>Equisetum arvense</i>	–	+	+	–
<i>Eupatorium cannabinum</i>	2	2	–	–
<i>Puccinellia distans</i>	–	+	1	–
<i>Salix purpurea</i>	+	+	–	–
<i>Trifolium repens</i>	–	–	+	+
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	–	+	+	–

Примітки: види, відмічені в одному описі: *Cirsium arvense* (12), *Epilobium hirsutum* (12), *Lotus arvensis* (12), *Medicago lupulina* (1), *Papaver rhoeas* (21), *Poa palustris* (12), *P. trivialis* (12), *Stellaria graminea* (21), *Taraxacum officinale* (1); сірим кольором відмічено діагностичні види асоціації; прочерк – вид в описі відсутній.

Фітоценотична характеристика класу *Agropyretea repentis* на гексахлорбензолівому полігоні

Північно-західна та центральна ділянки полігону з більш-менш помірним режимом зволоження ґрунту здебільшого зайняті рудеральними угрупованнями асоціації *Calamagrostietum epigeios* із класу *Agropyretea repentis* (табл. 5). Угруповання переважно зімкнуті, дво-триярусні. Їх загальне видове багатство становить 54 види судинних рослин. Проективне покриття верхнього ярусу заввишки 80–110 см становить 50–100%; він сформований *Calamagrostis epigeios* (30–100%), *Deschampsia caespitosa* (10%), *Melilotus albus* ($\pm 50\%$), *Tanacetum vulgare*, *Eupatorium cannabinum*.

Проективне покриття другого ярусу заввишки 30–60 см коливається від 5% до 65%. У його складі домінують *Artemisia absinthium* ($\pm 10\%$), *Elytrigia repens* ($\pm 10\%$), *Daucus carota* (10–20%), *Lolium perenne* (10–25%), *Poa trivialis* ($\pm 10\%$). Нижній ярус заввишки 5–15 см включає *Lotus arvensis* ($\pm 20\%$), *Potentilla anserina*, *Trifolium arvense* тощо.

Угруповання асоціації *Calamagrostietum epigeios* відзначаються різноманітністю еколого-ценотичних груп. У їх складі наявні пратанти – *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Leucanthemum vulgare*, *Holcus lanatus* тощо, палюданті – *Juncus conglomeratus* ($\pm 20\%$), *J. articulatus*, *J. effusus*, *Poa palustris* ($\pm 30\%$), *Alisma plantago-aquatica*, *Typha angustifolia*, *Bidens tripartita*, *Lythrum salicaria*; галофіти – *Puccinellia distans* ($\pm 10\%$), *Spergularia salina*, синантропи – *Phalacroloomas annuum*, *Conyza canadensis*, *Cirsium vulgare*, *Oenothera biennis*, *Tripleurospermum inodorum*.

Загалом на території полігону наявні ділянки з проективним покриттям рослинності від 1–5% до 100%.

На ділянках із незімкненим рослинним покривом (у центральній та східній частинах полігону) переважають галофільні угруповання асоціації *Puccinellio distantii-Tripolietum vulgare* з класу *Asteretea tripolium*, що пов'язано з розташуванням полігону в межах Капусько-Голинського родовища калійних солей. Ці угруповання – початкова стадія демураційних процесів відтворення рослинності на полігоні.

Ділянки зі сформованим рослинним покривом розташовані, переважно, у південній, західній і, частково, центральній частинах. На знижених ділянках із надмірним зволоженням поширені угруповання класу *Phragmito-Magnocaricetea* та *Bolboschoenetetea maritimi*. Території з більш-менш помірним режимом зволоження ґрунту переважно зайняті рудеральними угрупованнями асоціації *Calamagrostietum epigeios* з класу *Agropyretea repentis* та, фрагментарно, – угрупованнями класу *Artemisietetea vulgaris*.

По периферії полігону (ділянки 3, 11, 21) спостерігається заростання деревно-чагарниковою рослинністю, зокрема, видами роду *Salix* та *Alnus glutinosa*. У центральній частині (ділянка 8) відмічені *Betula pendula* й *Sorbus aucuparia*. Висота підросту становить 35–60 см, проективне покриття – $\pm 10\%$.

У рослинному покриві полігону зареєстровано 119 видів судинних трав'яних рослин, що належать до 2 відділів (Equisetophyta та Magnoliophyta), 3 класів (Equisetopsida, Magnoliopsida та Liliopsida), 30 родин, 83 родів. Найбільше видове багатство у складі флори полігону притаманне родинам Роасае (18,1% родів і 17,6% видів), Астерасае (відповідно, 21,7% і 15,9%) і Фабасае (8,4% і 10,9%).

Номер опису	3	5	10	17
Загальна кількість видів	41	18	17	7
Проективне покриття	95	100	100	60
Номер синтаксону	8			
D.s. Ass. <i>Calamagrostietum epigeios</i>				
<i>Calamagrostis epigeios</i>	3	5	5	4
<i>Artemisia absinthium</i>		+	+	1
D.s. Cl. <i>Agropyretea repentis</i>				
<i>Elytrigia repens</i>	2	–	–	–
D.s. Cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>				
<i>Carduus crispus</i>	–	+	–	+
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	+	+	–
D.s. Cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>				
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	–	–	–
<i>Typha angustifolia</i>	+	+	–	–
D.s. Cl. <i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i>				
<i>Juncus articulatus</i>	+	–	–	–
D.s. Cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
<i>Daucus carota</i>	2	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i>	+	–	–	–
<i>Festuca rubra</i>		–	+	–
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	–	–	–
<i>Trifolium pratense</i>	+	–	–	–
D.s. Cl. <i>Koelerio-Corynephoretea</i>				
<i>Trifolium arvense</i>	–	+	1	–
D.s. Cl. <i>Crypsietea aculeatae</i>				
<i>Spergularia salina</i>	–	–	+	–
D.s. Cl. <i>Salicetea purpureae</i>				
<i>Salix alba</i>	+	–	–	–
D.s. Cl. <i>Alnetea glutinosae</i>				
<i>Alnus glutinosa</i>	+	–	–	–
<i>Salix cinerea</i>	+	–	–	–
D.s. Cl. <i>Robinietea</i>				
<i>Phalacrologos annuum</i>	–	–	–	–
D.s. Cl. <i>Bidentetea tripartiti</i>				
<i>Bidens tripartita</i>	+	+	+	–
<i>Mentha arvensis</i>	+	–	–	–
<i>Persicaria hydropiper</i>	+	–	–	–
D.s. Cl. <i>Polygono arenastris-Poëtea annua</i>				
<i>Lolium perenne</i>	2	–	–	–
D.s. Cl. <i>Stellarietea mediae</i>				
<i>Conyza canadensis</i>	+	–	–	–
<i>Sonchus arvensis</i>	–	+	+	–
D.s. Cl. <i>Galio-Urticetea</i>				
<i>Galega officinalis</i>	+	–	–	–
D.s. Cl. <i>Epilobietea angustifolii</i>				
<i>Centaureum erythraea</i>	+	–	–	–
Інші види				
<i>Cirsium vulgare</i>	–	+	+	–
<i>Deschampsia caespitosa</i>	–	2	–	+
<i>Juncus conglomeratus</i>	+	2	1	–
<i>J. effusus</i>	–	+	+	–
<i>Lotus arvensis</i>	2	+	1	–
<i>Lysimachia vulgaris</i>	–	+	+	–
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	+	–
<i>Melilotus albus</i>	3	–	–	2
<i>Poa palustris</i>	+	2	–	–
<i>P. trivialis</i>	–	–	+	+
<i>Puccinellia distans</i>	1	–	–	1
<i>Rumex acetosa</i>	–	+	+	–
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	+	+	–	–

Примітки: види, відмічені в одному описі: *Eupatorium cannabinum* (3), *Heracleum sibiricum* (3), *Holcus lanatus* (3),

Hypericum perforatum (10), *Juncus bufonius* (3), *J. compressus* (3), *Lactuca serriola* (3), *Medicago falcata* (3), *Oenothera biennis* (3), *Potentilla anserina* (3), *Rorippa sylvestris* (3), *Salix aurita* (3), *Salix purpurea* (3), *Trifolium repens* (3), *Vicia sativa* (3); сірим кольором відмічено діагностичні види асоціації; прочерк – вид в описі відсутній.

У складі флори виявлено 7 еколого-ценотичних груп рослин. Переважають пратанти (34,5%), синантропи (28,6%) та палюданти (21,8%). Частки сільвантів, псамофітів і галофітів становлять по 4,2%, а маргантів – 2,5%.

Близько половини видів належать до багаторічних трав'яних рослин (52,1%). Частка однорічників становить 26,9%, дворічників – 15,1%. До чагарників і дерев належить 5,9% видів флори полігону.

Флористичний склад угруповань полігону, що належать до класів *Artemisietea vulgaris* й *Agropyreteea repentis*, близький до відповідних синтаксонів рудеральної рослинності України та країн Центральної Європи (Matuszkiewicz, 2001; Prach et al., 2001; Kojić et al., 2004; Solomakha, 2008; Dancza, 2009; Jarić et al., 2011; Rahmonov et al., 2013).

Те ж можна сказати про гігрофільні синтаксони класів *Phragmito-Magnocaricetea*, *Bolboschoenetetea maritimi*, а також про галофільні угруповання класу *Asteretea tripolium* (Matuszkiewicz, 2001; Solomakha, 2008; Tzonev et al., 2008). Особливість синтаксонів цих класів на території полігону – помітна участь у їх складі синантропних видів рослин. Це свідчить про спонтанний характер сукцесії рослинності полігону.

Висновки

На полігоні токсичних відходів гексахлорбензолу після рекультивациі ґрунтового покриву відбуваються демуаційні природні процеси відновлення рослинності. Попри невелику площу полігону, на його території виділено 8 асоціацій, які належать до 5 класів: *Phragmito-Magnocaricetea*, *Bolboschoenetetea maritimi*, *Asteretea tripolium*, *Artemisietea vulgaris*, *Agropyreteea repentis*. Диференціація рослинного покриву зумовлена неоднорідністю едафічних та гідрологічних умов, а також різною активністю сукцесійних процесів.

Бібліографічні посилання

Barbarych, A.I., 1977. Neobotanichne raionuvannia Ukrainiskoi RSR [Geobotanical zoning Ukrainian SSR]. Naukova Dumka, Kyiv (in Ukrainian).
 Canonero, R., Campart, G.B., Mattioli, F., Robbiano, L., Martelli, A., 1997. Testing of dichlorobenzene and hexachlorobenzene for their ability to induce DNA damage and micronucleus formation in primary cultures of rat and human hepatocytes. *Mutagenesis* 12, 35–39.

Dancza, I., 2009. Syntaxonomic studies on the ruderal plant communities in Southwest Transdanubia (Hungary). *Acta Bot. Hung.* 51, 35–59.
 Eurochlor, 2005. Hexachlorobenzene – Sources, environmental fate and risk characterisation. Science dossier edited by Barber, J., Sweetman, A., Jones, K. Brussels, Belgium.
 Herenchuk, K.I., 1973. Pryroda Ivano-Frankivskoi oblasti [Nature Ivano-Frankivsk region]. Vyscha Shkola, Lviv (in Ukrainian).
 Hexachlorobenzene. BUA Report 119 (German Chemical Society-Advisory Committee on Existing Chemicals of Environmental Relevance), 1994. Stuttgart, S. Hirzel Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
 Jarić, S., Mitrović, M., Vrbničanin, S., Karadžić, B., Djurdjević, L., Kostić, O., Maćukanović-Jocić, M., Gajić, G., Pavlović, P., 2011. A contribution to studies of the ruderal vegetation of Southern Srem, Serbia. *Arch. Biol. Sci.* 63(4), 1181–1197.
 Kojić, M., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, L., Vrbničanin, S., 2004. Contribution to the study of the ruderal vegetation of Astern Srem II. *Acta Herbologica* 13(1), 75–82.
 Kosman, Y.H., Sirenko, I.P., Solomakha, V.A., Sheliash-Sosonko, Y.R., 1991. Novyi kompiuternyi metod obrobky opysiv roslinnykh uhrupovan [New computer processing method descriptions of plant communities]. *Ukr. Botan. Zhurn.* 48(2), 98–104 (in Ukrainian).
 Matuszkiewicz, W., 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski [Guide for the determination of plant Polish]. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa (in Polish).
 Mosyakin, S., Fedoronchuk, M., 1999. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. National Academy of Sciences of the Ukraine, Kiev.
 Natsionalnyi atlas Ukrainy [National Atlas of Ukraine], 2008. Kartohrafiia, Kyiv (in Ukrainian).
 Prach, K., Pyšek, P., Bastl, M., 2001. Spontaneous vegetation succession in human disturbed habitats: A pattern across areas. *Appl. Veg. Sci.* 4, 83–88.
 Rahmonov, O., Snytko, V.A., Szczypek, T., Parusel, T., 2013. Vegetation development on post-industrial territories of the Silesian Upland (Southern Poland). *Geography and Natural Resources* 34(1), 96–103.
 Solomakha, V.A., 2008. Syntaksonomiia roslinnosti Ukrainy [Syntaxonomy vegetation Ukraine]. Fitosotsiotsentr, Kyiv (in Ukrainian).
 Tzonev, R., Lysenko, T., Gusev, C., Zhelev, P., 2008. The halophytic vegetation in South-East Bulgaria and along the Black Sea Coast. *Hacquetia* 7(2), 95–121.
 Yamborko, N.A., Iutynska, H.O., Levchuk, I.V., Pindrus, A.A., 2013. Komponentnyi sklad zabrudnen i stan mikrobnogo tse-nozu gruntu polihonu zakhoronennia khlororhanichnykh vidkhodiv [Component composition of microbial contamination and condition coenosis soil landfill waste disposal organochlorine]. *Mikrobiol. Zhurn.* 75(3), 24–31 (in Ukrainian).
 Yunatov, A.A., 1964. Tipy i sodержaniye geobotanicheskikh issledovaniy. Vyor probnykh ploshchadey i zalozeniye ekologicheskikh profiley [Types and content of geo-botanical studies. Selection of plots and the initiation of environmental profiles]. *Polevaya geobotanika [Field geobotany]*, 3. Nauka, Moscow, Leningrad. P. 9–36 (in Russian).

Надійшла до редколегії 12.09.2016